



SKRIPSI - SK091304

ISOLASI SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DARI KULIT BATANG *Garcinia balica*

STEVI ADELIA PUTRI
NRP 1410 100 024

Pembimbing
Prof. Dr. Taslim Ersam, MS

JURUSAN KIMIA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2015



SCRIPT - SK091304

ISOLATION of METABOLIC SECONDARY COMPOUND FROM STEM BARK of *Garcinia balica*

STEVI ADELIA PUTRI
NRP 1410 100 024

Supervisor
Prof. Dr. Taslim Ersam, MS

DEPARTMENT OF CHEMISTRY
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2015

LEMBAR PENGESAHAN


**ISOLASI SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DARI
TUMBUHAN *Garcinia balica***

SKRIPSI

Oleh :

STEVI ADELIA PUTRI
1410 100 024

Surabaya, 03 Februari 2015
Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir,


Prof. Dr. Taslim Ersam
NIP. 195208 16197903 1 004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia,


Hamzah Fansuri, M. Si., Ph. D
NIP. 19691017 199412 1 001

ISOLASI SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DARI TUMBUHAN *Garcinia balica*

Nama Mahasiswa : STEVI ADELIA PUTRI
NRP : 1410 100 024
Jurusan : Kimia FMIPA-ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Taslim Ersam

Abstrak

Senyawa turunan lupeol, yang berupa padatan putih (51 mg) dengan titik leleh 165-166 °C berhasil diisolasi dari kulit batang tumbuhan *Garcinia balica*. Proses pemisahan dilakukan menggunakan metode Kromatografi Kolom Cair Vakum (KCV). Pemurnian senyawa dengan metode rekristalisasi dalam Etil Asetat. Struktur senyawa turunan lupeol, dielusidasi menggunakan Spektroskopi IR, Spektroskopi ^1H -NMR dan ^{13}C -NMR

Kata kunci : *Garcinia balica*, fraksinasi, rekristalisasi, lupeol, triterpenoid

ISOLATION of METABOLIC SECONDARY COMPOUND FROM *Garcinia balica*

Student name : STEVI ADELIA PUTRI
SIDN : 1410 100 024
Department : Chemistry
Supervisor : Prof. Dr. Taslim Ersam

Abstrack

Lupeol derivative, was obtained in white powder with the melting point 165-166 °C. This compound was isolated from stem bark of *Garcinia balica*. The fractination was done by vacuum column chromatography and was purified by recrystallization with Ethil Acetate. The structure was elucidated by spectroscopy IR, ¹H-NMR and ¹³C-NMR data.

Keywords : *Garcinia balica*, fractination, recrystallization, lupeol, triterpenoid

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul **“ISOLASI SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DARI TUMBUHAN *Garcinia balica*”** dapat terselesaikan. Tulisan ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dan dukungan dari semua pihak, untuk itu penulis berterima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Taslim Ersam, MS, selaku dosen pembimbing yang telah sabar memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses penyusunan naskah Tugas Akhir.
2. Hamzah Fansuri, M.Si, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Kimia atas fasilitas yang telah diberikan hingga naskah Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
3. Drs. Djoko Hartanto, M.S, selaku dosen wali yang memberikan pengarahan dalam pengambilan mata kuliah dan motivasi-motivasi yang diberikan.
4. Ibu Healthy K. dan Edwin Risky S. atas bantuan, saran dan kritik dalam penyusunan naskah.
5. Erfan Rofianto, Tegar Achsendo atas analisa IR, dan NMR
6. Bapak, Ibuk yang tiada henti mendoakan, memberikan semangat dan dukungan.
7. Anggota Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Sintesis terutama Fuji, Frida, Uchik, Elsa yang membantu, memberikan semangat serta saran dan menjadi partner terbaik dalam pengerjaan Tugas Akhir.

8. Teman-teman seperjuangan C-28, terutama Rike, Elissa, Pipit, Soraya dan Vivi yang selalu memberikan semangat, mendengar keluh kesah dan bantuan saat pengerjaan Tugas Akhir.
 9. Teman-teman Hublu HIMKA 2012/2013 Fatima, Ifah, Arynta, Shinta, Zahratu, Yogha, Sukma, Farita dan Nisa yang selalu memberi dukungan semangat dan motivasi saat pengerjaan Tugas Akhir.
 10. Teman-teman Kabinet Revolusi 2012/2013 yang selalu memberi semangat dan dukungan saat pengerjaan tugas akhir.
 11. Teman-teman pondok a yu khususnya Rizky yang selalu memberi semangat dalam pengerjaan naskah.
 12. Semua pihak yang secara langsung tidak langsung telah memberikan bantuan kepada penulis.
- Semoga penulisan naskah tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 03 Februari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Hipotesa.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Genus <i>Garcinia</i>	5
2.2 Tinjauan Senyawa Metabolit Sekunder dari Genus <i>Garcinia</i>	6
2.2.1 Senyawa Santon	7
2.2.2 Senyawa Flavonoid	8
2.2.3 Senyawa Kumarin	9
2.2.4 Senyawa Terpenoid	10
2.3 Ekstraksi	12
2.4 Kromatografi	13
2.5 Kristalisasi	14
2.6 Uji Titik Leleh	15
2.7 Metode Penentuan Struktur	16
2.7.1 Spektroskopi UV-Vis	16
2.7.2 Spektroskopi Inframerah (IR)	17
2.7.3 Spektroskopi NMR.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19

3.1 Alat dan Bahan	19
3.1.1 Alat	19
3.1.2 Bahan	19
3.2 Prosedur Kerja	20
3.2.1 Uji Pendahuluan	20
3.2.2 Maserasi	20
3.2.3 Fraksinasi	20
3.2.4 Rekristalisasi	21
3.2.5 Uji Kemurnian	22
3.2.6 Identifikasi Struktur	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Uji Pendahuluan	25
4.2 Maserasi	25
4.3 Fraksinasi	26
4.4 Rekristalisasi	28
4.5 Uji Kemurnian	29
4.6 Identifikasi Struktur	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Senyawa Terpenoid.....	11
Tabel 4.1 Data Perbandingan ^{13}C -NMR dan ^1H -NMR Senyawa Turunan Lupeol.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Dasar Senyawa Santon.....	7
Gambar 2.2 Kerangka Dasar Senyawa Flavonoid	9
Gambar 2.3 Kerangka Dasar Senyawa Kumarin	9
Gambar 2.4 Struktur Isopren dan Unit Isopren	11
Gambar 4.1 Kromatogram Fraksi Gabungan KCV 2....	28
Gambar 4.2 Spektrum IR Senyawa Turunan Lupeol	31
Gambar 4.3 Spektrum ^1H -NMR Senyawa Turunan Lupeol	32
Gambar 4.4 Spektrum ^{13}C -NMR Senyawa Turunan Lupeol	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara di Asia Tenggara yang beriklim tropis. Hal ini disebabkan karena letaknya yang berada di garis khatulistiwa. Iklim tropis ini menyebabkan di Indonesia terdapat berbagai jenis tumbuhan dan dijuluki sebagai negara biodiversitas kedua setelah negara Brazil. Keanekaragaman hayati merupakan hal yang penting bagi kelangsungan hidup manusia (Ersam, 2001) karena tumbuhan banyak dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan. Lebih dari 25% resep obat-obatan yang digunakan banyak mengandung bahan kimia bioaktif yang berasal dari tumbuhan (Ferlinahayati, dkk., 1999). Bahan kimia bioaktif tersebut adalah senyawa metabolit sekunder.

Senyawa metabolit sekunder adalah komponen kimia yang dihasilkan tumbuhan melalui biosintesis senyawa metabolit primer. Komponen bioaktif ini sangat dibutuhkan oleh tumbuhan sebagai alat untuk mempertahankan diri dari pengaruh lingkungan dan berkomunikasi dengan makhluk hidup lain. Senyawa metabolit sekunder juga dimanfaatkan oleh manusia sebagai zat warna, aroma makanan, dan obat-obatan (Lenny, 2006). Kelompok senyawa metabolit sekunder adalah flavon, santon, terpenoid, kumarin, steroid, dan alkaloid (Na&Xu, 2010). Senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan masing-masing tumbuhan disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan tingkat kebutuhannya (Goh, dkk., 1992).

Famili *Clusiaceae* merupakan famili tumbuhan tingkat tinggi yang dikenal sebagai sumber utama senyawa metabolit sekunder. Famili *Clusiaceae* memiliki 50 genus dan hampir 1200 species yang tersebar di daerah tropis dan sub tropis (Goh, dkk., 1992). Ditinjau dari pendekatan kemotaksonomi, famili *Clusiaceae* terbagi menjadi 5 kelompok genus utama. salah satu dari genus utama tersebut adalah *Garcinia*.

Garcinia merupakan tumbuhan tropis yang termasuk dalam 5 genus utama famili *Clusiaceae*. Tumbuhan genus ini dapat tumbuh di kawasan Afrika, Asia Selatan dan Asia Utara yang

beriklim tropis (Na&Xu, 2010). Beberapa spesies *Garcinia* telah banyak dimanfaatkan sebagai obat-obatan, contohnya kulit buah *G. mangostana* digunakan sebagai obat diare, disentri, mengatasi gangguan jamur, dan mengurangi peradangan. Selain itu, spesies lain seperti *G. xanthocymus* digunakan untuk mengusir cacing, menurunkan demam dan menghilangkan racun makanan yang tertelan (Lin, dkk., 2003).

G. balica atau yang lebih dikenal sebagai manggis alas ini adalah salah satu spesies dari genus *Garcinia*. Tumbuhan ini dapat ditemukan di tempat tropis yang mempunyai asupan matahari cukup tinggi. Penelitian kandungan senyawa metabolit sekunder pada spesies ini telah dilakukan sebelumnya. Senyawa metabolit sekunder yang ditemukan dari spesies manggis alas ini adalah senyawa golongan kumarin. Senyawa kumarin yang telah diisolasi dari spesies *G. balica* ini adalah senyawa 4-fenilkumarin dan 5,7-dihidroksi-8-(1,2-dihidroksi-3-metil-butenil-3)4-fenilkumarin pada fraksi Etil Asetat dari batang *G. balica* (Mudjirahmini, 2006) ; serta senyawa 5-hidroksi-4-fenilkumarin dan senyawa 7-hidroksi-4-fenilkumarin pada fraksi non-polar ekstrak Etil Asetat dari batang *G. balica* (Hartati, 2006).

Dari hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa masih sedikit penelitian mengenai isolasi senyawa metabolit sekunder dari spesies *G. balica*. Hal itu memberikan peluang untuk ditemukannya senyawa metabolit sekunder dari bagian lain spesies *G. balica*. Hal ini dikarenakan afinitas kimia dari satu spesie dengan spesies lain dalam satu genus atau famili adalah sama, hanya saja kuantitasnya yang berbeda tergantung pada lingkungan tumbuhan tersebut tinggal. Hal ini terjadi akibat pengaruh ekologi, topologi, dan geografis dari habitat tumbuhan tersebut, selain itu kandungan kimia pada bagian tumbuhan yang berbeda akan dapat pula menghasilkan senyawa yang berbeda (Ersam, 2001). Maka perlu dilakukan penelitian isolasi senyawa metabolit sekunder baru dari kulit batang *G. balica*.

1.2 Permasalahan

Permasalahan pada penelitian ini adalah senyawa metabolit sekunder apa yang masih berpeluang untuk ditemukan pada bagian kulit batang spesies *G. balica*.

1.3 Hipotesis

Dari permasalahan penelitian ini, diduga bahwa pada bagian kulit batang spesies *G. balica* masih berpeluang untuk ditemukan senyawa metabolit sekunder.

1.4 Tujuan

Tujuan pada penelitian lanjutan ini adalah untuk mendapatkan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada bagian kulit batang *G. balica*.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Genus *Garcinia* dan *Garcinia balica*

Famili *Clusiaceae* adalah jenis famili tumbuhan tingkat tinggi yang banyak tersebar di daerah tropis dataran rendah, serta daerah sub tropis (Bennet&Lee, 1989). Mayoritas tumbuhan dalam famili ini berbentuk semak serta pepohonan. Famili *Clusiaceae* dikenal sebagai penghasil damar dan resin. Famili *Clusiaceae* berciri daunnya selalu terlihat berhadapan, bertulang daun menyirip dan seringkali tanpa daun penumpu (Steenis, 1975). Famili *Clusiaceae* terdiri dari 50 genus dan 1200 species. Empat genus utamanya adalah *Garcinia*, *Calophyllum*, *Mammea*, dan *Mesua* (Ampofo&Waterman, 1986).

Genus *Garcinia* merupakan salah satu dari empat genus utama famili *Clusiaceae*. Sebagian besar dari genus ini tumbuh di daerah tropis dataran rendah, namun juga dapat hidup di daerah sub tropis. Dari semua genus yang terdapat dalam famili *Clusiaceae*, genus *Garcinia* yang banyak dimanfaatkan sebagai obat tradisional (Kasahara, 1995) hingga saat ini pemanfaatan spesiesnya telah dikembangkan kegunaannya sebagai anti korosi dan material untuk tambal gigi.

Garcinia balica adalah salah satu spesies anggota genus *Garcinia*. Tumbuhan ini lebih dikenal dengan nama manggis alas. Tumbuhan manggis alas ini adalah tumbuhan yang tumbuh di Taman Nasional Baluran, Banyuwangi, Jawa Timur. Tumbuhan ini berupa pohon yang tingginya dapat mencapai 5 m dan panjangnya sekitar 2 cm. Buahnya berbentuk elips berwarna merah dan berbiji tunggal. Bentuk daun tumbuhan ini bervariasi, dari mulai bentuk oval hingga berbentuk menyerupai pisau. Tulang daunnya kuat, agak tebal, panjangnya mencapai 12,5 cm dan cabang pada tulang daunnya berjumlah 10. Bunganya berwarna kuning-putih atau

kemerahan. Habitatnya berada pada tanah datar yang memiliki unsur hara yang sangat tinggi. Secara taksonomi, tumbuhan *Garcinia balica* atau manggis alas ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Sub kelas	: Archichlamydeae
Ordo	: Periales
Famili	: <i>Clusiaceae</i>
Genus	: <i>Garcinia</i>
Spesies	: <i>Garcinia balica</i>

(Heyne, 1987)

2.2 Tinjauan Senyawa Metabolit Sekunder dari Genus *Garcinia*

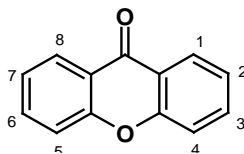
Tumbuhan yang tergolong famili *Clusiaceae* banyak dimanfaatkan sebagai obat tradisional baik itu dari bagian daun, akar, maupun batangnya (Peres&Nagem, 1997). Hal ini dikarenakan tumbuhan dari famili ini dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder. Senyawa metabolit sekunder adalah senyawa yang disintesis oleh suatu makhluk hidup (organisme) bukan untuk memenuhi kebutuhan dasar, akan tetapi untuk mempertahankan eksistensi dalam berinteraksi dengan ekosistem. Dalam proses interaksi dengan lingkungan, seringkali kadar metabolit sekunder yang disintesis berubah-ubah. Bila interaksi tersebut bersifat ancaman yang bersangkutan, kadar metabolit sekunder tersebut akan meningkat (Wasito, 2005). Senyawa metabolit sekunder mempunyai tiga fungsi umum, yakni sebagai alat pemikat (*attractant*) bagi serangga atau hewan lainnya guna membantu penyerbukan atau penyebaran biji. Fungsi kedua sebagai penolak (*repellant*) terhadap gangguan hama atau hewan pemangsa, dan terakhir sebagai alat pelindung (*protectant*)

terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim (Sumaryono, 1996). Kelompok senyawa metabolit sekunder adalah santon, flavonoid, benzofenon, terpenoid, kumarin, steroid, dan terpenoid.

Senyawa-senyawa metabolit sekunder banyak dimanfaatkan sebagai antioksidan bagi tubuh manusia. Senyawa metabolit sekunder yang banyak ditemukan dalam genus *Garcinia* adalah senyawa santon, flavonoid, benzofenon, kumarin, dan sebagian kecil terpenoid. Berikut ini akan dijelaskan mengenai senyawa-senyawa metabolit sekunder pada genus *Garcinia*.

2.2.1 Senyawa Santon

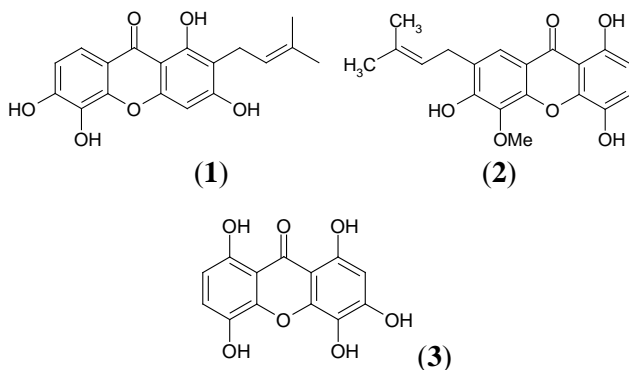
Santon merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang ditemukan pada beberapa famili tumbuhan tingkat tinggi, serta pada jamur dan lumut. Rangka dasar santon terdiri dari 13 atom karbon dengan kedua cincin benzen yang dihubungkan oleh jembatan ester dan keton (Peres&Nagem, 2000).



Gambar 2.1 kerangka dasar senyawa santon

Pada famili *Clusiaceae* jenis santon yang banyak ditemukan adalah santon teroksigenasi, terprenilasi, dan tersiklisasi. Santon teroksigenasi adalah senyawa santon yang tersubstitusi oleh gugus yang mengandung atom oksigen seperti gugus hidroksi (-OH) atau gugus metoksi (-OMe). Pada santon terprenilasi adalah senyawa santon yang tersubstitusi oleh gugus prenil, begitu pula dengan santon tersiklisasi adalah senyawa santon yang terisoprenilasi yang telah mengalami siklisasi secara oksidatif sehingga membentuk cincin siklik tambahan berupa cincin kroman

(piran) atau furan (Rizani, 2008). Beberapa senyawa santon yang telah diisolasi dari genus *Garcinia* adalah 1,3,5,6-tetrahidroksi-7-(3-metilbut-2-enil)santon (**1**) dari *G. xiphsuabannaensis* (Zhou, dkk., 2008) ; 1,4,6-trihidroksi-5-metoksi-7-prenil santo (**2**) (Chanmahasathien, dkk., 2003) ; 1,3,4,5,8-pentahidroksi santon (**3**) dari *G. tetranda* (Purwaningsih, 2006).

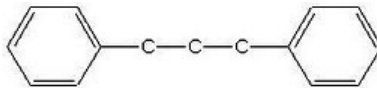


2.2.2 Senyawa Flavonoid

Flavonoid adalah senyawa metabolit sekunder yang termasuk dalam kelompok senyawa fenol yang struktur benzenanya tersubstitusi dengan gugus OH. Senyawa ini merupakan senyawa terbesar yang ditemukan di alam dan terkandung baik di akar, kayu, kulit, daun, batang, buah, maupun bunga. Pada umumnya senyawa flavonoid terdapat pada tumbuhan tingkat tinggi. Sekitar 5-10% senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan adalah flavonoid (Middleton, dkk, 1998).

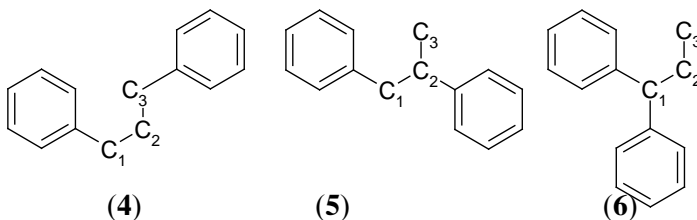
Flavonoid mempunyai kerangka dasar yang terdiri dari 15 atom karbon dan 2 cincin benzena terikat pada suatu rantai propana membentuk susunan C6-C3-C6. Artinya, kerangka

karbonnya terdiri atas 2 gugus C₆ (cincin benzena) disambungkan oleh rantai alifatik 3 karbon (Harborne, 1996).



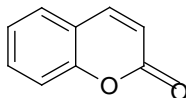
Gambar 2.2 kerangka dasar senyawa flavonoid

Dari susunan tersebut dapat menghasilkan 3 struktur, yaitu 1,3-diaril propana (flavonoid) **(4)**; 1,2-diaril propana (isoflavonoid) **(5)**; 1,1-diaril propana (noeflavonoid) **(6)**. Pada setiap bagian C-6 merupakan cincin benzena yang terdistribusi dan dihubungkan oleh atom C-3 yang merupakan rantai alifatik.



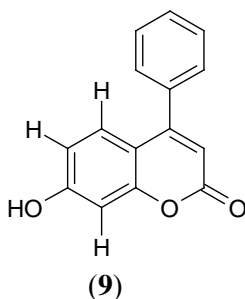
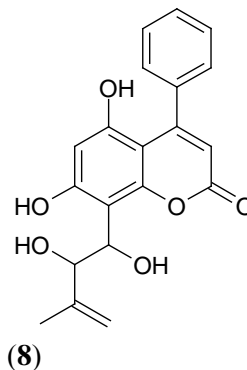
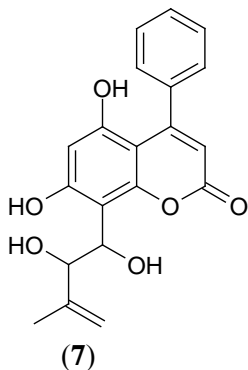
2.2.3 Senyawa Kumarin

Kumarin adalah kelompok senyawa fenol yang pada umumnya berasal dari tumbuhan tingkat tinggi dan jarang ditemukan pada mikroorganisme. Senyawa kumarin mempunyai kerangka dasar sebagai berikut :



Gambar 2.3 kerangka dasar kumarin

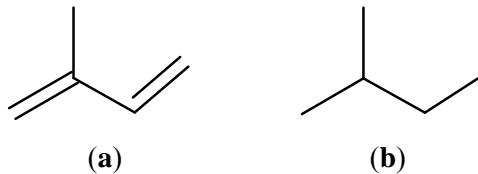
Senyawa kumarin yang dilaporkan pada species *Garcinia balica* antara lain adalah senyawa 4-fenilkumarin (7) (Mudjirahmini, 2007) ; senyawa 5-hidroksi-4-fenil kumarin (8) dan senyawa 7-hidroksi-4-fenilkumarin (9) (Hartati, 2006)



2.2.4 Senyawa Terpenoid

Senyawa terpenoid adalah senyawa yang terdiri atas karbon dan hidrogen. Senyawa terpenoid merupakan senyawa komponen penyusun minyak atsiri. Seperti yang telah diketahui bahwa minyak atsiri adalah bahan yang mudah menguap dan wangi yang terdapat dalam bunga (Wasito, 2005).

Senyawa-senyawa yang tergolong dalam senyawa terpenoid memperlihatkan keteraturan, yang antara lain dirumuskan dalam kaidah isopren dan mencakup dua segi. Ditinjau dari segi jumlah atom karbon, molekul terpenoid mengandung sejumlah atom karbon yang merupakan kelipatan lima. Secara struktur, molekul terpenoid dibangun oleh dua atau lebih unit isopren yang bergabung secara kepala ke ekor.



Gambar 2.4 Struktur isopren (a) dan struktur unit isopren (b)

Terpenoid menurut kelipatan jumlah atom karbon yang dikandungnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 2.1 Klasifikasi Senyawa Terpenoid

Unit Isopren	Atom Karbon	Klasifikasi
1	5	Hemiterpen
2	10	Monoterpen
3	15	Sesquiterpen
4	20	Diterpen
5	25	Sesterpen
6	30	Triterpen
8	40	Tetraterpen
N	N	Politerpen

(Paolo&Sammers, 1992)

Senyawa terpenoid hasil alam biasanya mempunyai struktur siklik dan mempunyai satu gugus fungsi atau lebih

(hidroksil, karbonil, dll) sehingga pada langkah akhir akan terjadi siklisasi dan oksidasi atau perubahan struktur lainnya (Harborne, 1987). Monoterpen adalah senyawa terpenoid bersifat mudah menguap, berbau harum, komposisinya relatif sederhana, mudah diisolasi, dan kelimpahannya dalam tanaman sangat tinggi. Sebagian dari senyawa sesquiterpen yang mudah menguap merupakan komponen minyak atsiri. Semakin besar jumlah karbon dari suatu senyawa terpenoid maka semakin sulit menguap dan sifat volatilnya berkurang (Mannito, 1992).

Secara kimia, senyawa terpenoid umumnya larut dalam lemak dan terdapat di dalam sitoplasma sel tumbuhan. Uji kualitatif yang digunakan untuk mengidentifikasi golongan terpenoid adalah menggunakan pereaksi Lieberman Burchard. Pereaksi ini terdiri atas campuran asam asetat anhidrat : asam sulfat pekat (20 : 1), dimana dari hasil uji akan didapatkan warna merah jingga-ungu (Fong, dkk, 1990).

2.3 Ekstraksi

Ekstraksi yaitu teknik pemisahan suatu campuran yang didasarkan pada perbedaan kelarutan dalam pelarut tertentu (Harborne, 1987). Menurut campurannya, ekstraksi dibagi menjadi dua yaitu ekstraksi padat-cair dan ekstraksi cair-cair. **Ekstraksi padat-cair** yaitu suatu ekstraksi dimana substansi yang diekstraksi terdapat dalam campuran yang berbentuk padat. **Ekstraksi cair-cair** yaitu suatu ekstraksi dimana substansi yang diekstraksi terdapat dalam larutannya.

Metode ekstraksi yang umum digunakan adalah maserasi, sokletasi, dan perkolasi. Pada metode maserasi, bahan dihaluskan terlebih dahulu, kemudian direndam dengan pelarut yang sesuai pada suhu kamar agar zat-zat yang diinginkan dapat larut dengan sempurna. Lain halnya dengan metode sokletasi, metode ini menggunakan sebuah alat yakni soklet dan dipanaskan pada suhu tertentu. Sedangkan metode perkolasi yaitu metode ekstraksi dengan cara mengalirkan

pelarut secara perlahan-lahan ke kolom yang berisi bahan (Pavia, 1995). Metode-metode tersebut merupakan metode ekstraksi padat-cair. Metode ekstraksi yang paling cocok digunakan untuk isolasi bahan alam adalah maserasi, karena metode ini dilakukan pada suhu kamar.

2.4 Kromatografi

Kromatografi adalah sebuah metode yang digunakan untuk memisahkan komponen-komponen yang terdapat pada campuran dengan melewati cuplikan melalui fasa diam oleh aliran fasa gerak. Pemilihan teknik kromatografi bergantung pada sifat kelarutan senyawa yang akan dipisahkan. Semua teknik kromatografi dapat digunakan pada skala mikro dan makro (Harborne, 1987). Berdasarkan fasa diamnya, kromatografi dibedakan menjadi dua yaitu, kromatografi lapis tipis dan kromatografi kolom.

Kromatografi Lapis Tipis (KLT) adalah suatu teknik kromatografi adsorpsi, dimana fasa diam biasanya berupa silika gel atau alumina dan sebagai fasa geraknya adalah suatu sistem pelarut (Harborne, 1987). Parameter dasar yang digunakan untuk karakterisasi posisi dari daerah sampel dalam suatu kromatogram KLT adalah *retardation factor* (R_f). Nilai R_f menggambarkan perbandingan antara jarak migrasi sampel dengan migrasi pelarut. Kondisi batas untuk nilai R_f adalah $0 < R_f < 1$. Jika $R_f = 0$, noda tidak bergerak dari titik awal, sedangkan jika nilai $R_f = 1$, noda tidak ditahan oleh fasa diam dan bergerak ke atas bersama pelarut (Williamson, 1989).

Kromatografi kolom merupakan salah satu metode pemisahan yang didasarkan distribusi kelarutan dan daya adsorpsi bahan yakni fasa gerak (eluen) dan fasa diam (adsorben) dalam suatu kolom. Adsorbennya berupa zat berpori seperti silika atau alumina. Eluen yang digunakan adalah pelarut polar dan non polar ataupun campuran

keduanya yang dapat mengelusi campuran (Roy, 1991). Perbedaan kekuatan adsorpsi oleh fasa diam terhadap tiap-tiap komponen dalam campuran, menyebabkan pemisahan berdasarkan perbedaan kelarutan (Poole, 1991).

Metode pemisahan ini sangat dipengaruhi oleh pelarut yang digunakan. Komponen-komponen dalam campuran seringkali baru dapat terpisahkan dengan baik dengan campuran pelarut. Penggunaan pelarut pada saat elusi biasanya dimulai dengan pelarut yang non polar dan selanjutnya ditingkatkan kepolarannya. Umumnya senyawa non polar bergerak lebih cepat daripada senyawa polar (Hardjosudirjo, 1991) tingkat kepolaran pelarut mulia dari non polar hingga polar yakni petroleum eter, *n*-heksana > sikloheksana > karbon tertaklorida > trikloro etilen > toluen > benzena > diklorometana > kloroform > etil asetat > aseton > metanol > aquades (Adnan, 1997). Cara kerja menggunakan metode ini adalah dengan melarutkan sedikit cuplikan lalu diimpregnasi dengan silika impreg kemudian dimasukkan kolom yang sudah disiapkan dan dielusi dengan pelarut yang ditentukan perbandingan kepolarannya, lalu divakum secara perlahan (Markham, 1998).

Modifikasi metode dari kromatografi kolom yaitu **kromatografi cair vakum (KCV)**. Aliran fasa gerak yang melewati kolom pada metode KCV ditingkatkan dengan cara menambahkan pompa vakum dari bawah kolom sehingga pelarut tertarik kuat kebawah dan mudah untuk melewati kolom atau dengan memberikan tekanan dari atas kolom sehingga pelarut terdorong menuju ke bawah. Metode ini lebih efektif digunakan untuk memisahkan bahan dalam jumlah yang besar dan waktu yang dibutuhkan dalam proses pemisahan relatif lebih cepat (Markham, 1998).

2.5 Kristalisasi

Kristalisasi adalah suatu metode pemurnian untuk zat padat yang didasarkan pada perbedaan kelarutan masing-

masing pada pelarut yang tepat sehingga zat tersebut dapat dipisahkan dari campurannya. Menurut Rodig dan kawan-kawan (1990) syarat-syarat kristalisasi adalah :

- ◇ Sifat senyawa target harus diketahui
- ◇ Perbedaan kelarutan antara pengotor dan sampel dalam larutan tidak terlalu jauh
- ◇ Pelarut dapat terdiri dari satu pelarut atau campuran.
- ◇ Sampel dapat larut dalam pelarut panas.

Pasangan pelarut yang terdiri dari dua macam pelarut berbeda dapat bekerja lebih baik dalam memisahkan suatu campuran daripada pelarut tunggal. Sistem pasangan pelarut dapat digunakan jika kedua pelarut saling bercampur dan kelarutan zat dalam kedua pelarut perbedaannya relatif besar (Werthelm, 1990).

Rekristalisasi merupakan proses kristalisasi yang dilakukan berulang-ulang yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor. Secara umum, proses rekristalisasi terjadi dalam empat tahap, yaitu pemilihan pelarut, pemanasan, penyaringan dalam keadaan panas, serta pendinginan secara perlahan untuk mendapatkan kristal. Pemisahan kristal dari zat pengotornya dapat dilakukan dengan penyaringan menggunakan corong buchner, kemudian dicuci dengan pelarut yang tidak melarutkan kristal, selanjutnya dikeringkan dalam desikator.

2.6 Uji Titik Leleh

Kristal yang sudah murni akan mempunyai perbedaan titik leleh $\pm 1^\circ \text{C}$, karena jika terdapat pengotor, akan menyebabkan daerah titik leleh melebar. Pengukuran titik leleh dapat dilakukan dengan cara menempatkan kristal pada plat titik leleh dan ditempatkan diatas logam pemanas yang dihubungkan dengan termometer, kemudian suhu dinaikkan perlahan hingga padatan mulai meleleh (Harborne, 1987).

2.7 Metode Penentuan Struktur

2.7.1 Spektroskopi UV-Vis

Spektroskopi adalah salah satu cabang ilmu analisis instrumen yang membahas tentang interaksi antara sinar dengan molekul atau atom. UV-Vis adalah salah satu hasil radiasi dari gelombang elektromagnetik. Spektrum ini disebut sebagai spektrum elektronik karena terjadi akibat hasil interaksi antara sinar UV dan visible dengan molekul yang mengakibatkan terjadinya transisi elektronik. Dari instrumen ini akan muncul gelombang yang menunjukkan informasi tentang adanya ikatan rangkap atau ikatan rangkap terkonjugasi dalam molekul tersebut (Guilet, 2001).

Pada spektroskopi UV-VIS, terdapat suatu gugus atau sistem yang mengadsorpsi radiasi elektromagnetik yang disebut dengan gugus kromofor. Sebagian besar dari gugus kromofor ini mempunyai ikatan kovalen tak jenuh (mempunyai ikatan rangkap). Beberapa transisi yang dialami gugus kromofor adalah :

1. Transisi $\sigma \rightarrow \sigma^*$

Transisi ini umumnya terjadi pada ikatan C-C, C-H, C-O dan C-X, dimana X adalah senyawa halida. Transisi ini tidak dapat diamati pada spektrum UV jarak dekat karena panjang gelombang yang kurang dari 150nm mempunyai Energi yang sangat besar.

2. Transisi $n \rightarrow \sigma^*$

Transisi ini terjadi pada atom atau senyawa yang mempunyai pasangan elektron bebas dengan panjang gelombang diantara 150nm sampai 250nm.

3. Transisi $\pi \rightarrow \pi^*$

Transisi ini terjadi pada molekul organik jenuh atau rantai tunggal yang mempunyai orbital molekul π (Sastrohamidjojo, 2013).

2.7.2 Spektroskopi Inframerah (IR)

Spektroskopi Infra Red adalah suatu metode analisis struktur molekul untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan jenis ikatan suatu molekul. Dasar dari metode ini adalah dari radiasi elektromagnetik. Pada daerah dekat dan pertengahan inframerah, absorpsi cahaya oleh materi berasal dari interaksi antara radiasi dari sumber cahaya dengan ikatan kimia dari sampel. Absorpsi hanya menaikkan energi vibrasi tanpa mengubah frekuensi dimana terjadi di daerah inframerah pada bilangan gelombang $4000\text{-}600\text{ cm}^{-1}$.

Frekuensi absorpsi inframerah tergantung pada besar selisih momen dipol dan konsentrasi. Ketika suatu ikatan mengulur, kepolaran molekul tersebut meningkat karena meningkatnya jarak antar atom, momen dipol, dan gerakan vibrasi dari ikatannya. Suatu molekul organik yang berikatan kovalen akan mengalami gerakan vibrasi yang khas untuk tiap molekul.

Ketika konsentrasi sampel meningkat, maka sejumlah besar molekul akan menyerap energi dan puncak absorpsi akan muncul intensif. Puncak serapan tersebut bersifat khas untuk tiap ikatan dalam molekul seperti C-H pada $3300\text{-}3500\text{ cm}^{-1}$, C=O pada $1600\text{-}1900\text{ cm}^{-1}$, O-H pada $3.650\text{-}3.200\text{ cm}^{-1}$, dan N-H pada $3.500\text{-}3.300\text{ cm}^{-1}$ (McMurry, 1999).

2.7.3 Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti (NMR)

Spektroskopi resonansi magnetik inti (NMR) adalah suatu metode analisis spektroskopi yang berfokus terhadap adsorpsi energi dari molekul yang ditempatkan pada medan magnet yang kuat. Spektroskopi NMR merupakan metode

spektroskopi yang sangat penting bagi kimiawan organik. Spektroskopi resonansi magnetik inti memberikan keterangan tentang jumlah setiap jenis/tipe hidrogen (Sastrohamidjojo, 2013). Nuklida yang paling umum digunakan pada spektroskopi ini adalah proton dimana metode analisisnya disebut ^1H -NMR. Ketika molekul yang mengandung proton ditempatkan pada medan magnet yang kuat dan diradiasi oleh energi elektromagnetik dengan frekuensi tertentu, maka inti menyerap energi yang disebut resonansi magnetik. Dari proses itu diperoleh sinyal spektrum yang menunjukkan banyaknya proton di bagian-bagian molekul tersebut. Selain spektroskopi ^1H -NMR, ada juga ^{13}C -NMR yang dapat memberikan informasi struktur karbon-karbon pada molekul organik. Hanya saja kelimpahan karbon-13 di alam sangat sedikit sehingga hanya dapat diperoleh dengan spektrometer yang sangat sensitif (Solomons, 2011).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas piala, pengaduk, erlenmeyer, kaca arloji, pipet tetes, pipa kapiler, pipet ukur, pipet volume, gelas ukur, pinset, botol vial, *chamber* (sebagai tempat untuk kromatografi lapis tipis), corong, penyaring vakum, labu bundar, dan labu evaporasi. Peralatan yang digunakan untuk pemisahan adalah Kromatografi Cair Vakum (KCV) dan *rotary evaporator*. Pengukuran titik leleh senyawa menggunakan titik leleh Fischer Johns. Instrumen yang digunakan untuk penentuan struktur senyawa adalah Spektroskopi IR, Spektroskopi ^1H NMR dan Spektroskopi ^{13}C NMR.

3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit batang dari tumbuhan *Garcinia balica* Miq yang diambil dari Taman Nasional Baluran, Banyuwangi Jawa Timur, pelarut teknis (destilasi) Metanol, Etil Asetat, Metilen Chlorida, *n*-heksana, dan aquades. Monitoring selama pemisahan menggunakan plat aluminium silika gel ukuran 20 cm x 20 cm. Pemisahan dengan teknik kromatografi menggunakan silika gel 60 untuk kolom, serta silika gel 60 (35-70 mesh ASTM) untuk impregnasi, kapas, dan kertas saring whattman.

3.2 Prosedur Kerja

3.2.1 Uji Pendahuluan

Sebelum dilakukan proses ekstraksi dan pemisahan terlebih dahulu sampel dilarutkan menggunakan pelarut Metanol, Metilen Chlorida, Etil Asetat, dan *n*-heksana. Hal ini dilakukan untuk memilih pelarut yang cocok saat dilakukan ekstraksi dan pemisahan. Setelah itu sampel di totolkan pada plat silika dan dielusi dengan pelarut Metanol, Etil Asetat, Metilen Chlorida dan *n*-heksana. Dari hasil uji, dipilih Metanol sebagai pelarut untuk ekstraksi. Dari uji pendahuluan ini juga untuk menentukan pelarut yang cocok sebagai eluen saat dilakukan pemisahan (fraksinasi).

3.2.2 Maserasi

Teknik yang digunakan untuk ekstraksi adalah maserasi. Serbuk kering kulit batang *Garcinia balica* sebanyak 1,4 kg direndam dengan Metanol hingga semua sampel terendam, ditutup maserator dan didiamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam, filtrat ditampung dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator*. Perlakuan tersebut diulangi hingga 3 kali ekstraksi. Hasil akhir didapatkan ekstrak pekat Metanol kulit batang *Garcinia balica* sebanyak 10 g.

3.2.3 Fraksinasi

Ekstrak pekat Metanol sebanyak 10g difraksinasi menggunakan Kromatografi Cair Vakum. Pertama, kolom diisi dengan adsorben silika gel mesh 60 (40 g) kemudian dipadatkan. Dipasang pompa vakum dan kolom siap digunakan.

Sebelum difraksinasi, ekstrak pekat Metanol *Garcinia balica* dilarutkan dalam Metanol dan diimpregnasi menggunakan silika gel impregnasi. Banyak silika impreg adalah 3 kali banyak sampel. Sampel yang telah diimpregnasi selanjutnya dimasukkan ke dalam kolom dan dielusi dengan

pelarut yang ditingkatkan kepolarannya. Pelarut yang digunakan adalah *n*-Heksana 100%, Metilen Chlorida 100%, Etil Asetat 100%, dan terakhir menggunakan metanol 100%. Hasil dari KCV dimonitoring dengan KLT dan dielusi dengan Metanol : Chloroform 5%. Fraksi-fraksi hasil KCV yang memberikan pola pemisahan yang sama selanjutnya digabungkan, diuapkan pelarutnya, dan ditimbang berat ekstrak pekat. Selanjutnya fraksi gabungan di monitoring dengan KLT menggunakan eluen Metanol : Chloroform 5%. Pemisahan pada tahap ini menghasilkan 2 fraksi yakni fraksi 1 (2,604 g) dan fraksi 2 (3,056 g).

Fraksi 1 (2,604 g) hasil KCV pertama dilakukan pemisahan lebih lanjut menggunakan metode yang sama yakni metode Kromatografi Cair Vakum. Eluen yang digunakan adalah *n*-heksana : Metilen Chlorida 5% yang dinaikkan kepolarannya hingga Metilen Chlorida 100%. Hasil dari KCV dimonitoring menggunakan Metilen Chlorida : *n*-heksana 50%. Fraksi-fraksi yang memberikan pola pemisahan yang sama digabungkan. Pada KCV kedua menghasilkan 4 fraksi gabungan yakni, fraksi 1a (0,919 g), fraksi 1b (1,288 g), fraksi 1c (2,2336 g) dan fraksi 1d (0,847 g).

Hasil KLT fraksi-fraksi gabungan diketahui bahwa fraksi 1b dan fraksi 1c menunjukkan noda tunggal dengan R_f yang sama, sehingga fraksi 1b dan fraksi 1c digabung menjadi satu fraksi yakni fraksi 1e dan dilakukan pemurnian.

3.2.4 Rekristalisasi

Padatan pada fraksi 1e diuji kelarutan menggunakan Metanol, Etil Asetat, Metilen Chlorida dan *n*-heksana. Pada uji kelarutan padatan tidak larut dalam Metanol dan *n*-heksana baik pada suhu kamar maupun suhu tinggi. Selanjutnya, terhadap Etil Asetat padatan tidak larut dalam suhu kamar, namun larut pada suhu tinggi dan padatan larut sempurna dalam Metilen Chlorida baik pada suhu kamar

maupun pada suhu tinggi. Dari hasil uji kelarutan, dipilih Etil Asetat untuk memurnikan fraksi 1e.

Padatan fraksi 1e dilarutkan dalam Etil Asetat dan dipanaskan hingga padatan larut, setelah itu dimasukkan ke dalam penangas es. Selanjutnya, padatan tersebut disaring menggunakan penyaring vakum dan dikeringkan. Hasil akhir rekristalisasi diperoleh padatan putih dan berbau wangi sebanyak 51 mg, yang selanjutnya disebut sebagai senyawa X

3.2.5 Uji Kemurnian

Senyawa X kemudian diuji kemurnian menggunakan 3 eluen, yakni MC : n-heksana 30% , P E : EA 1% , dan chloroform : metanol 2%. Selain diuji menggunakan 3 eluen padatan juga diuji menggunakan KLT 2 di mensi menggunakan eluen MC : n-heksana 50%. Uji terakhir adalah uji titik leleh. Padatan senyawa X diletakkan diatas plat titik leleh Fischer Johns dan suhu pada alat dinaikkan secara perlahan sambil diamati perubahan yang terjadi pada sampel. Suhu akhir diperoleh ketika padatan mulai leleh hingga meleleh sempurna.

3.2.6 Identifikasi Struktur

Padatan tersebut dielusidasi menggunakan instrumen Spektroskopi Inframerah (IR), Spektroskopi ^1H -NMR dan Spektroskopi ^{13}C -NMR. Analisa menggunakan Spektroskopi Inframerah (IR) terhadap senyawa X dilakukan dengan terlebih dahulu membuat pelet. Dimasukkan 1 g KBr ke dalam cawan porselen kemudian ditambahkan padatan senyawa X sebanyak 1 mg. Campuran kemudian di gerus hingga tercampur sempurna dan dimasukkan dalam alat *press* (alat tekan). Pelet selanjutnya dimasukkan kedalam Spektrofotometer IR yang diatur pada bilangan gelombang 400-4000 nm^{-1} .

Elusidasi berikutnya menggunakan instrumen Spektroskopi ^1H -NMR dan Spektroskopi ^{13}C -NMR. Senyawa

X dilarutkan dalam pelarut bebas proton, dimasukkan ke dalam tabung injeksi dan diletakkan pada alat spektrometer. Selanjutnya, diukur pergeseran kimianya pada 0-15 ppm untuk mengukur proton dan pengukuran pada pergeseran 0-200 ppm untuk mengukur karbon. Kedua spektroskopi NMR menggunakan Tetra Metil Silane (TMS) sebagai standart.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Pendahuluan

Sebelum dilakukan proses ekstraksi, terlebih dahulu sampel diambil sedikit dan dilarutkan ke dalam Metanol, Etil Asetat, Metilen Chlorida dan *n*-heksana dan dielusi dengan berbagai eluen tunggal. Eluen yang digunakan adalah Metanol, Etil Asetat, Metilen Chlorida dan *n*-heksana. Hal ini dilakukan untuk memilih pelarut yang cocok saat dilakukan ekstraksi. Dari hasil uji pendahuluan pada eluen *n*-heksana senyawa tidak dapat terelusi dengan baik ($R_f = 0$). Pada eluen Metilen Chlorida senyawa memisah dengan baik. Sedangkan pada eluen Metanol dan Etil Asetat mempunyai nilai R_f yang tinggi. Dari data tersebut akhirnya Metanol dipilih sebagai pelarut untuk ekstraksi, karena Metanol bersifat polar sehingga mampu mengekstrak senyawa yang bersifat polar dan sebagian senyawa non-polar yang larut dalam Metanol.

Uji pendahuluan diatas juga digunakan sebagai acuan dalam memilih eluen saat dilakukan proses fraksinasi. Berdasarkan data hasil uji pendahuluan, Metilen Chlorida memberikan pola pemisahan yang baik sehingga Metilen Chlorida digunakan sebagai acuan dasar pemilihan eluen saat fraksinasi.

4.2 Maserasi

Teknik yang digunakan untuk ekstraksi adalah teknik maserasi. Teknik ini cukup mudah dilakukan dan tidak membutuhkan panas yang tinggi karena dilakukan pada suhu kamar. Hal ini sangat cocok dengan senyawa-senyawa bahan alam yang tidak tahan pada suhu tinggi. Selain itu, teknik ini tidak membutuhkan terlalu banyak pelarut.

Kulit batang *G. balica* terlebih dahulu dijadikan serbuk agar dapat mempermudah proses ekstraksi. Serbuk kering kulit batang *G. balica* (1,4 kg) direndam dengan

Metanol hingga semua sampel terendam, ditutup maserator dan didiamkan selama 24 jam. Perendaman sampel dengan Metanol bertujuan untuk mengekstrak senyawa yang terkandung dalam kulit batang *G. balica*, sampel didiamkan selama 24 jam dimaksudkan agar senyawa yang diekstrak oleh pelarut lebih banyak dan proses ekstraksi dapat berjalan maksimal. Setelah 24 jam, filtrat ditampung. Filtrat yang merupakan ekstrak encer dari sampel diambil sedikit dan dilakukan monitoring menggunakan KLT dengan eluen Metanol. Dari hasil monitoring KLT menunjukkan noda yang masih tebal, hal ini menandakan bahwa masih terdapat senyawa yang belum terekstrak karena pelarut telah jenuh. Oleh karena itu, residu yang masih berada dalam maserator direndam kembali menggunakan Metanol dan didiamkan selama 24 jam. Pada hari ke-2 ekstraksi, dilakukan hal yang sama dan dimonitoring dengan KLT. Hasil monitoring menunjukkan noda pada KLT telah memudar, dan pada hari ke-3 tidak ada noda pada KLT sehingga ekstraksi hanya dilakukan selama 3 kali.

Filtrat yang telah ditampung sebelumnya merupakan ekstrak encer Metanol dari kulit batang *G. balica*. Filtrat tersebut diuapkan menggunakan *rotary evaporator*. Hal ini dimaksudkan agar diketahui massa akhir hasil dari ekstraksi. Hasil akhir ekstraksi didapatkan ekstrak pekat sebanyak 10 g.

4.3 Fraksinasi

Ekstrak pekat Metanol (10 g) difraksinasi menggunakan teknik pemisahan Kromatografi Kolom Cair Vakum. Teknik pemisahan ini digunakan karena sampel yang banyak dan teknik ini tidak memakan waktu yang lama. Selain teknik ini efisien terhadap waktu, teknik ini juga efisien dalam penggunaan pelarut. Pada pemisahan pertama ini sampel dielusi dengan 100% pelarut, dimulai dari pelarut yang bersifat non-polar hingga pelarut yang bersifat polar. Teknik ini dinamakan dengan *increasing polarity* atau

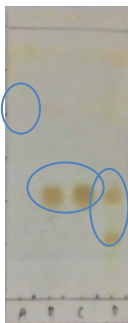
kenaikan polaritas suatu pelarut. Hal ini dimaksudkan agar senyawa dapat terbagi sesuai dengan tingkat kepolarannya. Pelarut yang digunakan dimulai dengan *n*-Heksana 100%, Metilen Chlorida 100%, Etil Asetat 100%, dan terakhir menggunakan metanol 100%.

Hasil dari KCV dimonitoring dengan KLT menggunakan eluen Metanol : Chloroform 5%. Fraksi-fraksi hasil KCV yang memberikan pola pemisahan yang sama digabungkan, diuapkan pelarutnya dan dimonitoring dengan KLT. Dari hasil kromatogram terdapat 4 pola pemisahan. Noda KLT yang menunjukkan pemisahan yang sama digabungkan, dipekatkan dan dimonitoring dengan KLT kembali. Monitoring dengan KLT memperlihatkan ternyata terdapat 3 noda yang mempunyai tinggi noda sama dan pola pemisahan yang juga sama, akhirnya fraksi tersebut digabungkan menjadi satu fraksi. KCV pertama ini menghasilkan 2 fraksi, yakni fraksi 1 (2,604 g) dan fraksi 2 (3,056 g).

Fraksi akhir hasil KCV dimonitoring dengan KLT, dari hasil KLT pada fraksi 1 terlihat adanya noda pemisahan senyawa sedangkan pada fraksi 2 tidak ditemukan noda yang memisah. Dari hasil monitoring ini selanjutnya pada fraksi 1 dilakukan pemisahan 1 lebih lanjut. Fraksi 1 (2,604 g) dilakukan pemisahan lebih lanjut menggunakan metode yang sama, yakni Kromatografi Cair Vakum. Pada pemisahan kedua ini digunakan gradien eluen dan tetap menggunakan teknik *increasing polarity*. Eluen yang digunakan adalah *n*-heksana : Metilen Chlorida 5% yang dinaikkan kepolarannya hingga Metilen Chlorida 100%. Metilen Chlorida digunakan sebagai eluen karena monitoring KLT menunjukkan Metilen Chlorida memberikan pemisahan yang baik.

Fraksi-fraksi yang memberikan pola pemisahan yang sama digabungkan, dipekatkan dan dimonitoring dengan KLT. Hasil kromatogram terdapat 4 pola pemisahan, sehingga dapat dikelompokkan menjadi 4 fraksi gabungan. Fraksi yang

dihasilkan adalah fraksi 1a (0,919 g), fraksi 1b (1,288 g), fraksi 1c (2,2336 g) dan fraksi 1d (0,847 g). Hasil kromatogram fraksi gabungan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.1 Kromatogram fraksi gabungan KCV 2

Hasil kromatogram fraksi gabungan diatas diketahui bahwa fraksi 1b dan 1c memperlihatkan noda yang sama dengan tinggi R_f yang juga sama, sehingga fraksi 1b dan fraksi 1c digabung menjadi fraksi 1e. Fraksi 1e diuapkan pelarutnya dan ditimbang. Fraksi 1e berupa padatan putih, berbau wangi, dan massanya sebesar 0,99 g. Selanjutnya padatan yang diperoleh dilakukan pemurnian.

4.4 Reksritalisasi

Padatan fraksi 1e diuji kelarutan terlebih dahulu sebelum dilakukan rekristalisasi. Uji kelarutan menggunakan Metanol, Etil Asetat, Metilen Chlorida dan *n*-heksana. Hasil uji menunjukkan bahwa padatan tidak larut dalam Metanol dan *n*-heksana baik pada suhu tinggi maupun pada suhu kamar. Selanjutnya, padatan tidak larut dalam Etil Asetat pada suhu kamar namun larut sempurna pada suhu tinggi. Terakhir, padatan larut sempurna pada Metilen Chlorida baik pada suhu kamar maupun pada suhu tinggi. Dari hasil uji kelarutan ini, dipilih Etil Asetat sebagai pelarut untuk memurnikan fraksi 1e.

Padatan fraksi 1e dilarutkan dalam Etil Asetat dan dipanaskan hingga padatan larut sempurna. Padatan dilarutkan terlebih dahulu untuk melarutkan senyawa di dalamnya beserta pengotor. Setelah dipanaskan, dimasukkan ke dalam penangas es dan dibiarkan selama 24 jam. Hal ini dilakukan untuk memberikan *shock temperature*, didiamkan selama 24 jam bertujuan agar padatan yang terbentuk bisa lebih banyak. Setelah dibiarkan selama 24 jam selanjutnya padatan yang terbentuk dipisahkan dari filtratnya menggunakan penyaring vakum. Pemisahan padatan ini adalah untuk memisahkan senyawa yang terdapat dalam padatan dengan pengotor yang terdapat dalam filtrat. Hasil akhir rekristalisasi diperoleh padatan putih, berbau wangi dan massanya 51 m g yang selanjutnya disebut sebagai senyawa X.

4.5 Uji Kemurnian

Senyawa X yang telah direkristalisasi kemudian diuji kemurnian menggunakan uji 3 eluen yang berbeda. Uji 3 eluen ini dilakukan untuk melihat apakah penampakan noda pada senyawa telah bersih tanpa pengotor. Penampakan noda pada KLT harus berada di posisi bawah, posisi tengah dan posisi atas. Eluen yang digunakan adalah MC : *n*-heksana 30%, PE : EA 1%, dan chloroform : metanol 2%. Hasil uji 3 eluen menunjukkan noda tunggal yang mengindikasikan bahwa senyawa X telah murni. Uji kemurnian yang kedua menggunakan metode KLT 2 dimensi dengan eluen MC : *n*-heksana 50%. Sampel ditotolkan pada satu titik di plat KLT berukuran 4 cm x 4 cm, lalu dielusi menggunakan eluen MC : *n*-heksana 50%. Saat pelarut telah mencapai batasnya, diangkat lalu dikeringkan. Setelah plat kering, plat diputar sebesar 90 °C dan dielusi kembali dengan eluen yang sama. Hasil uji KLT 2 dimensi juga menunjukkan noda yang sudah tunggal. Hal ini memperkuat dugaan bahwa senyawa X telah murni. Uji terakhir yang dilakukan adalah uji titik leleh. Padatan senyawa X diletakkan diatas plat titik leleh Fischer

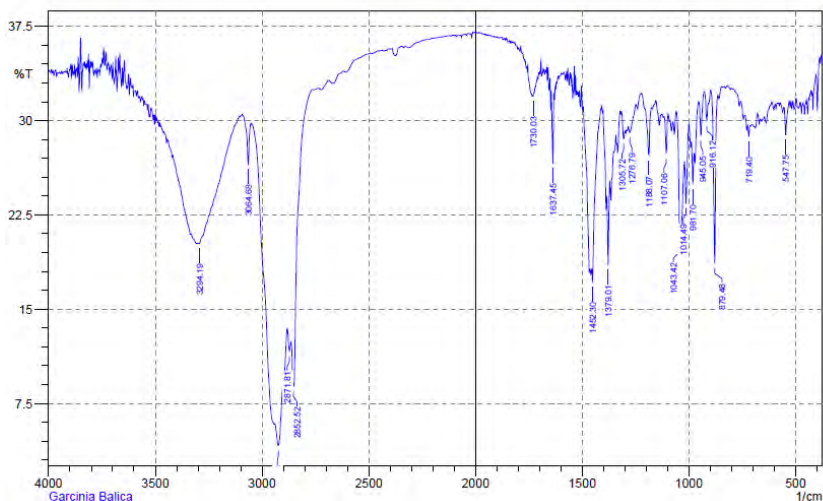
Johns dan suhu pada alat dinaikkan perlahan sambil diamati perubahan yang terjadi pada sampel. Suhu akhir diperoleh ketika padatan mulai meleleh hingga padatan meleleh sempurna. Hasil uji titik leleh diperoleh bahwa padatan mulai leleh pada suhu 165 °C dan meleleh sempurna pada suhu 166 °C. Titik leleh senyawa X dari mulai meleleh hingga meleleh sempurna hanya berselisih 1 °C. Suatu senyawa dikatakan murni apabila selisih suhu pada titik leleh saat mulai leleh hingga meleleh sempurna adalah ± 1 °C. Dari ketiga hasil uji ini dapat dikatakan bahwa senyawa X telah murni. Hasil noda pada kromatogram senyawa X menunjukkan bahwa senyawa tersebut bukan senyawa fenolat, sehingga elusidasi struktur senyawa X hanya dilakukan menggunakan Spektroskopi IR dan Spektroskopi NMR saja.

4.6 Identifikasi Struktur

Padatan senyawa X dielusidasi menggunakan instrumen Spektroskopi Inframerah (IR), Spektroskopi ^1H -NMR dan Spektroskopi ^{13}C -NMR. Elusidasi struktur senyawa X tidak dilakukan menggunakan spektroskopi UV-Vis dikarenakan hasil kromatogram senyawa X merupakan senyawa golongan terpenoid yang tidak mempunyai gugus kromofor. Analisa pertama yang dilakukan menggunakan spektroskopi Inframerah, sebelum dilakukan analisa, sampel yang akan diuji dipreparasi terlebih dahulu. Preparasi dilakukan dengan membuat pelet pada sampel yang dicampur dengan KBr pada cawan porselen dan dihaluskan. Setelah sampel dan KBr tercampur dan menjadi halus dimasukkan ke dalam alat *press* untuk dicetak menjadi pelet. Setelah itu, pelet dimasukkan ke dalam alat spektrofotometer IR yang diatur pada bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} .

Hasil analisis menggunakan Spektroskopi Inframerah (IR) didapatkan puncak-puncak khas pada daerah serapan 3294,19 cm^{-1} (melebar) yang merupakan puncak khas dari gugus hidroksil (-OH bebas). Ditemukan pula puncak khas

yang tajam pada daerah serapan $2878,81\text{ cm}^{-1}$ dan $2852,52\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan puncak khas pada gugus CH sp^3 . Spektra hasil analisa Spektroskopi Inframerah disajikan pada gambar berikut.

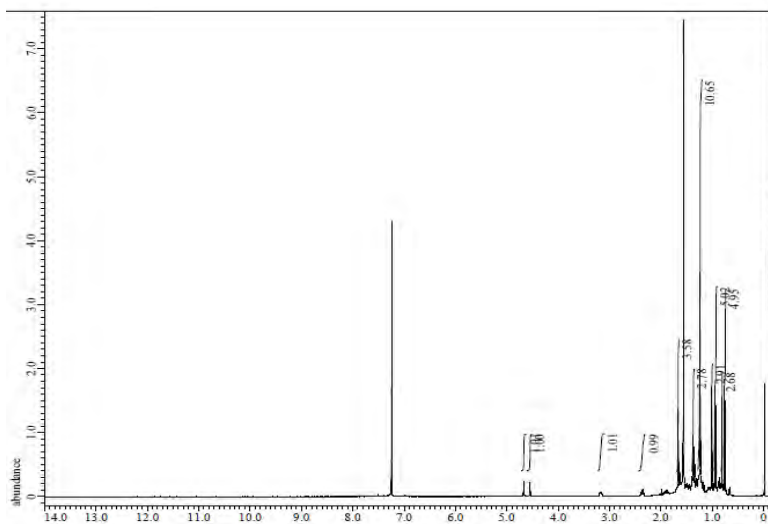


Gambar 4.2 Spektrum IR senyawa X

Spektra diatas menunjukkan tidak adanya puncak yang tajam pada daerah serapan 1600 cm^{-1} maupun pada daerah serapan 1400 cm^{-1} . Karena tidak adanya gugus karbonil ataupun gugus CH aromatik. Spektra diatas adalah spektra khas untuk senyawa golongan terpenoid sehingga diduga bahwa senyawa X merupakan senyawa golongan terpenoid. Dari hasil analisis menggunakan Spektroskopi Inframerah ini diduga bahwa senyawa X merupakan senyawa golongan terpenoid yang tersubstitusi oleh gugus $-\text{OH}$.

Analisa yang kedua adalah analisa proton dan karbon yang dilakukan menggunakan Spektroskopi NMR pada frekuensi 400 MHz. Padatan senyawa X dilarutkan dalam pelarut bebas proton. Pelarut yang digunakan adalah Chloroform Deuterium (CDCl_3) karena padatan larut dalam

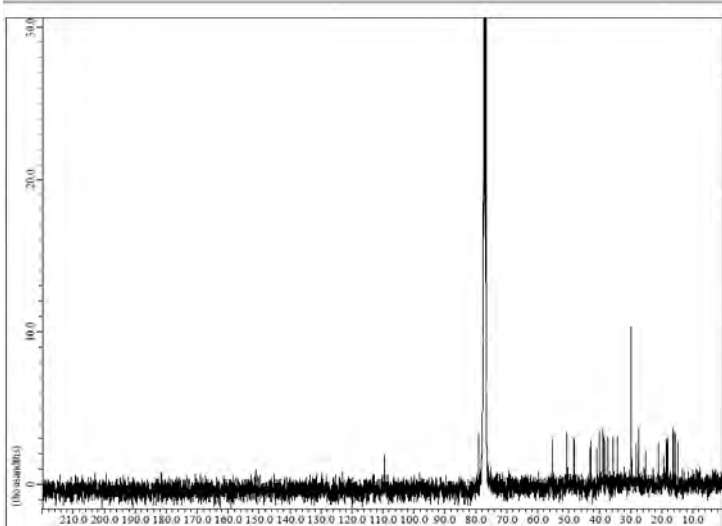
Chloroform pada suhu kamar. Sampel dimasukkan pada tabung injeksi kemudian diletakkan dalam alat spektrometer dan diukur pergeseran kimianya pada 0-15 ppm untuk mengukur proton dan pergeseran 0-200 ppm untuk mengukur karbon. Informasi yang diperoleh dari pengukuran NMR ini adalah jenis proton atau karbon, lingkungan, dan jumlah karbon. Spektra hasil analisa proton ^1H -NMR disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 4.3 Spektrum ^1H -NMR senyawa X

Analisis spektrum ^1H -NMR senyawa X menunjukkan sinyal yang menumpuk di daerah pergeseran dibawah 4 ppm. Daerah tersebut merupakan daerah khas proton alifatik siklik. Dari spektrum diatas tidak terlihat sinyal proton pada daerah aromatik. Spektrum tersebut merupakan ciri khas dari spektrum senyawa golongan terpenoid jenis triterpenoid. Sinyal pada daerah δ_{H} 2,35 (1H, m) dan 3,18 (1H, m) diduga merupakan proton metin yang terikat pada C yang mengikat gugus hidroksil (-OH) yang terkopling pada 2 proton tetangga dan proton dari gugus hidroksil (-OH) sehingga muncul

sebagai sinyal multiplet. Sinyal dan pergeseran ini khas pada senyawa triterpenoid yang mengikat gugus hidroksil (-OH) pada C-3 dan C-28. Pada spektrum $^1\text{H-NMR}$ juga terlihat sinyal khas proton metil pada δ_{H} 0,74 ; 0,93 ; 1,36 ; 1,25 dan 1,01. Selanjutnya analisa karbon $^{13}\text{C-NMR}$, gambar spektra analisa karbon $^{13}\text{C-NMR}$ disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 4.4 Spektrum $^{13}\text{C-NMR}$ senyawa X

Analisa spektrum $^{13}\text{C-NMR}$ senyawa X memperlihatkan adanya 28 sinyal yang mengindikasikan terdapat 28 jumlah karbon pada senyawa X. Spektrum diatas terlihat adanya sinyal di daerah pergeseran dibawah 100 ppm dan tidak terlihat sinyal pada daerah pergeseran diatas 100 ppm. Hal ini mengindikasikan bahwa dalam senyawa X tidak terdapat ikatan rangkap, juga tidak terlihat adanya sinyal untuk gugus C karbonil. Selanjutnya, terdapat sinyal di daerah pergeseran δ_{C} 60,59 ppm dan 79,00 ppm yang merupakan sinyal khas dari C yang mengikat gugus hidroksil (-OH). Dari data pergeseran dan uraian diatas senyawa X mempunyai

kemiripan dengan senyawa Lupeol (Muharni, 2010), diduga bahwa senyawa X merupakan senyawa lupeol yang termodifikasi dan memiliki 2 substituen yakni gugus hidroksil (-OH). Senyawa lupeol adalah senyawa golongan terpen jenis triterpenoid yang mempunyai substituen berupa gugus hidroksil pada C-3. Untuk memperkuat dugaan, maka data ^{13}C -NMR dan ^1H -NMR senyawa X dibandingkan dengan data ^{13}C -NMR dan ^1H -NMR dari senyawa lupeol yang telah diisolasi sebelumnya oleh Muharni (2010). Data perbandingan disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.1 Tabel perbandingan data ^{13}C -NMR dan ^1H -NMR senyawa X dengan senyawa 10 (Lupeol)

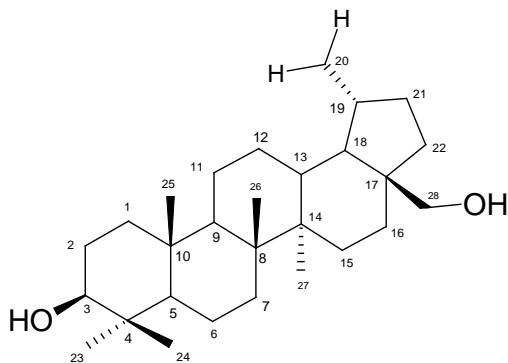
C	^{13}C -NMR		^1H -NMR	
	Senyawa X	Senyawa 10	Senyawa X	Senyawa 10
1	38,75	38,9		
2	27,50	27,6		
3	79,00	79,2	3,17 (1H, m)	3,18 (1H, m)
4	38,94	39,0		
5	55,35	55,4		
6	18,39	18,5		
7	34,32	34,4		
8	40,88	40,2		
9	50,48	50,6		
10	37,23	37,3		
11	21,1	21,1		
12	25,18	25,3		
13	38,1	38,2		
14	42,89	43,0		
15	29,9	30,0		
16	35,65	35,65		
17	43,08	42,89		

18	48,35	48,36		
19	48,06	48,06	4,67 (1H, m)	2,36 (1H, m)
20	18,07	151,08	0,93 (3H, d)	
21	29,21	27,5		
22	40,07	40,08		
23	28,06	28,1	1,36 (3H, s)	0,94 (3H, s)
24	15,45	15,5	1,25 (3H, s)	0,75 (3H, s)
25	16,04	16,1	0,74 (3H, s)	0,96 (3H, s)
26	16,21	16,3	1,01 (3H, s)	0,82 (3H, s)
27	14,62	14,7	0,74 (3H,s)	0,78 (3H, s)
28	60,59	18,1	2,35 (1H, m)	1,02 (3H, s)
29		109,5		
30		19,5		

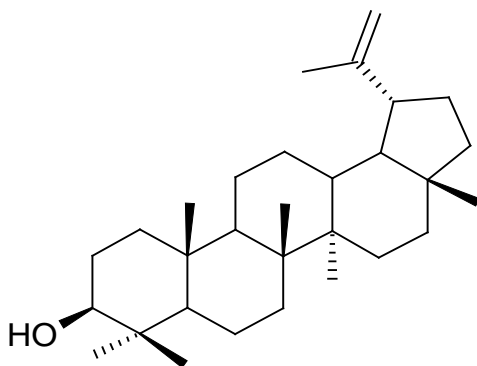
Hasil perbandingan data ^{13}C -NMR senyawa X dengan senyawa 10 (Lupeol) terdapat banyak kemiripan, namun juga terdapat beberapa perbedaan. Pada C-20 senyawa X berada pada daerah δ_{C} 18,07 ppm sedangkan pada senyawa 10 berada pada daerah δ_{C} 151,08 ppm, karena pada senyawa X C-20 merupakan C yang mengikat gugus metil sedangkan pada senyawa 10 C-20 adalah C yang mengikat gugus metilen yang mempunyai ikatan rangkap. Perbedaan yang lain juga ditunjukkan pada posisi C-28. Pada senyawa X posisi C-28 berada pada δ_{C} 60,59 sedangkan pada senyawa 10 berada pada δ_{C} 18,1 ppm. Hal ini dikarenakan pada senyawa X C-28 mengikat gugus hidroksil sedangkan pada senyawa 10 C-28 hanya mengikat proton saja.

Perbedaan hasil perbandingan data ^{13}C -NMR juga akan mempengaruhi data perbandingan pada ^1H -NMR. Perbedaan yang terjadi adalah jenis proton, multiplisitas, dan integrasi yang ada pada proton. Perbedaan nilai pergeseran terlihat pada proton yang diikat oleh C-19, karena pada C-19 senyawa X mengikat 1 proton dan pergeserannya dipengaruhi oleh 2 proton tetangga sedangkan pada senyawa 10 C-19 juga hanya mengikat 1 proton namun tidak dipengaruhi oleh proton

tetangga karena C-20 tidak mengikat proton. Oleh karena itu, nilai pergeseran proton pada C-19 senyawa X lebih besar daripada pergeseran proton senyawa 10. Pada posisi C-20 juga terdapat perbedaan, jika pada senyawa X nilai pergeseran muncul pada daerah 0,93 ppm maka pada senyawa 10 nilai pergeseran tidak muncul. Hal ini dikarenakan posisi C-20 pada senyawa X mengikat 3 proton dan dipengaruhi 1 proton tetangga sehingga muncul sebagai sinyal doublet, sedangkan pada senyawa 10 posisi C-20 tidak mengikat proton karena pada posisi tersebut terdapat ikatan rangkap. Pada posisi C-28 juga terdapat perbedaan pada pergeseran dan multiplisitas, karena pada posisi C-28 senyawa X mengikat gugus hidroksil (-OH) sehingga nilai pergeseran lebih besar daripada senyawa 10. Multiplisitas pada posisi C-28 muncul sebagai sinyal multiplet karena pada posisi tersebut C mengikat 1 proton, mempunyai 1 proton tetangga dan terkopling dengan proton pada gugus hidroksil sehingga muncul sebagai sinyal multiplet. Pada senyawa 10 C-28 mengikat 3 proton dan tidak mempunyai proton tetangga sehingga muncul sebagai sinyal singlet. Pembahasan tentang perbedaan senyawa X dengan senyawa 10 diatas dapat dijelaskan dengan struktur berikut.



(Senyawa X)



(Senyawa 10)

Dari struktur diatas, dapat dilihat dengan jelas perbedaan antara senyawa X dengan senyawa 10 yang telah diuraikan diatas. Setelah melihat struktur diatas dapat disimpulkan bahwa senyawa X adalah senyawa Lupeol yang termodifikasi dan pada posisi C-28 tersubstitusi oleh gugus hidroksil (-OH).

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini telah ditemukan turunan senyawa lupeol yang telah diisolasi dari kulit batang *Garcinia balica*. Senyawa tersebut adalah senyawa turunan lupeol, dimana pada C-20 gugus metil tersubstitusi oleh proton serta pada posisi C-28 tersubstitusi oleh gugus hidroksil (-OH).

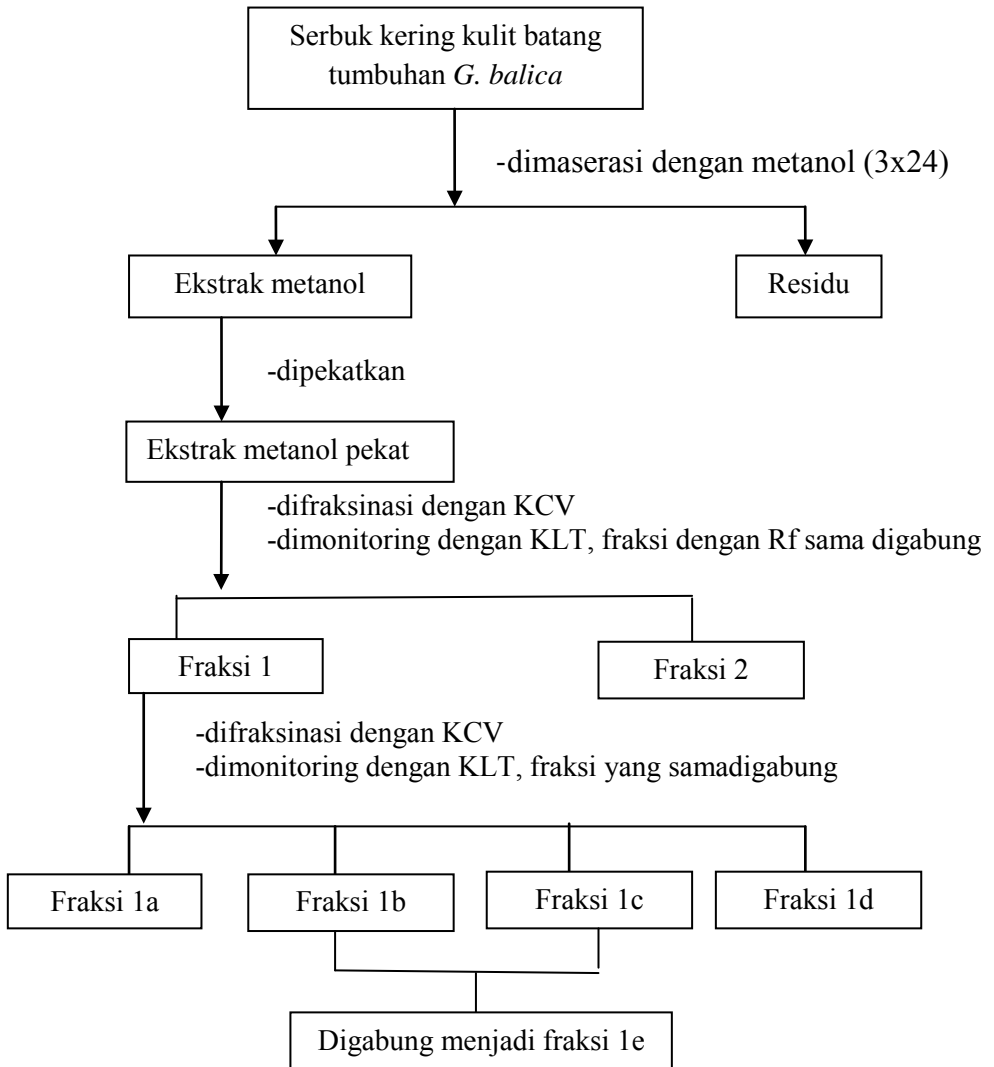
5.2 Saran

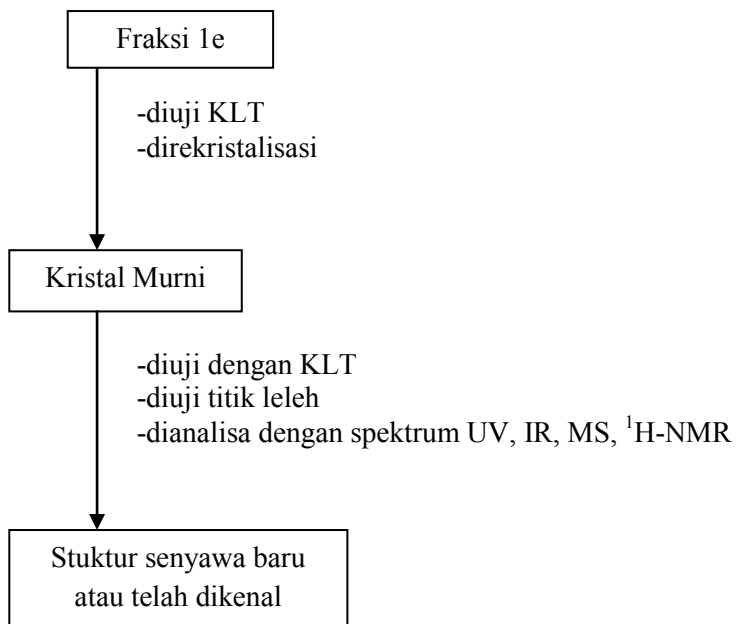
Penelitian terhadap tumbuhan *Garcinia balica* masih perlu dillanjutkan karena berpeluang untuk ditemukan senyawa metabolit sekunder dari bagian tumbuhan *Garcinia balica* yang lain.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

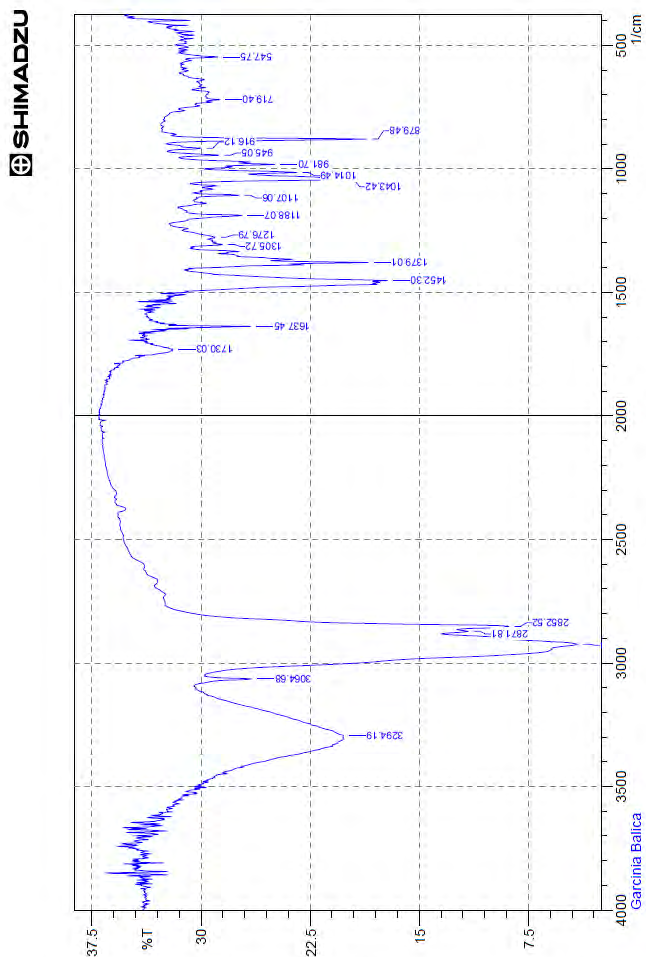
LAMPIRAN

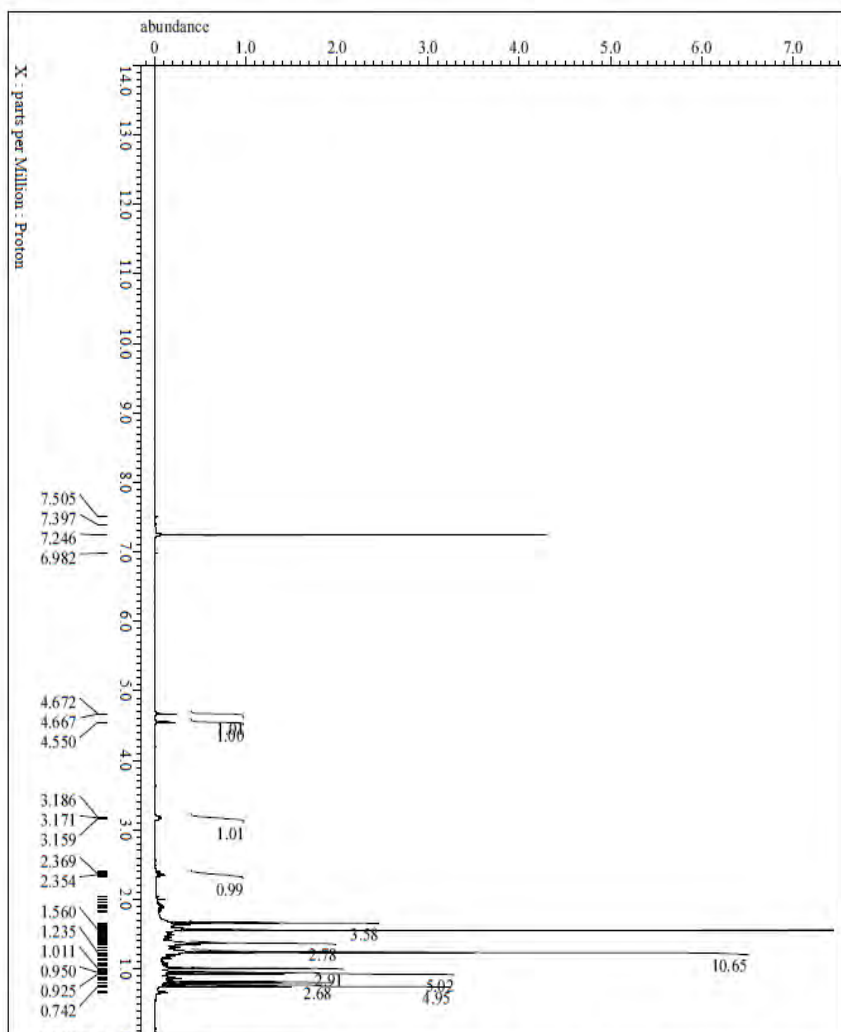
Lampiran 1. Skema Kerja

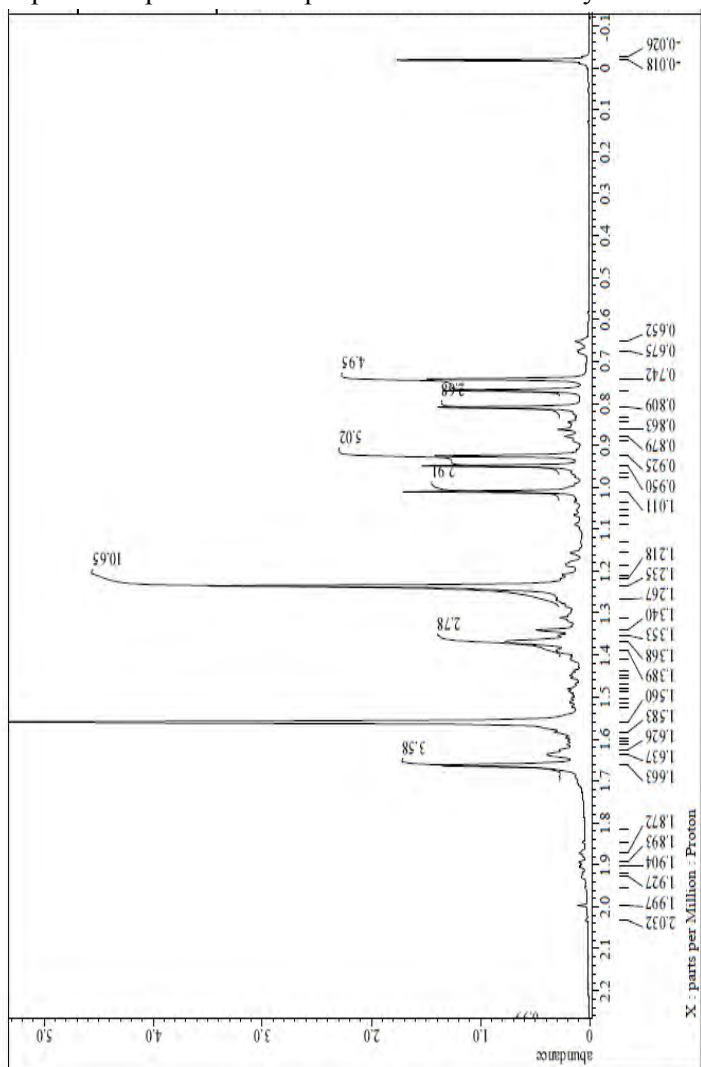


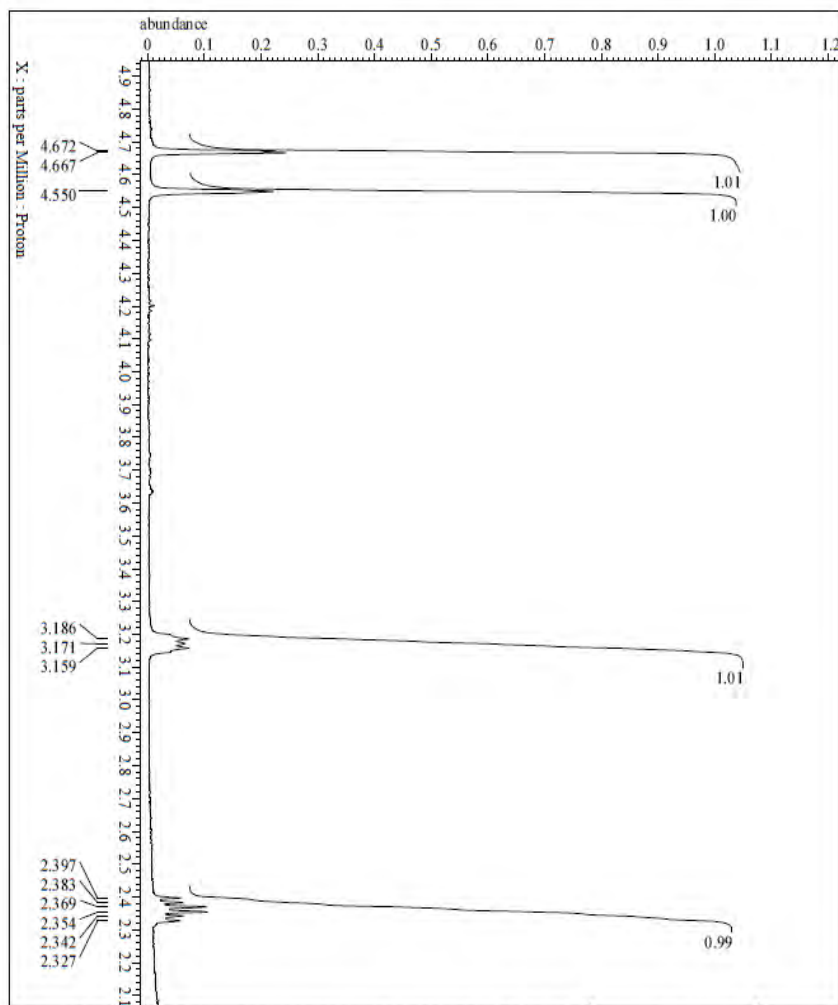


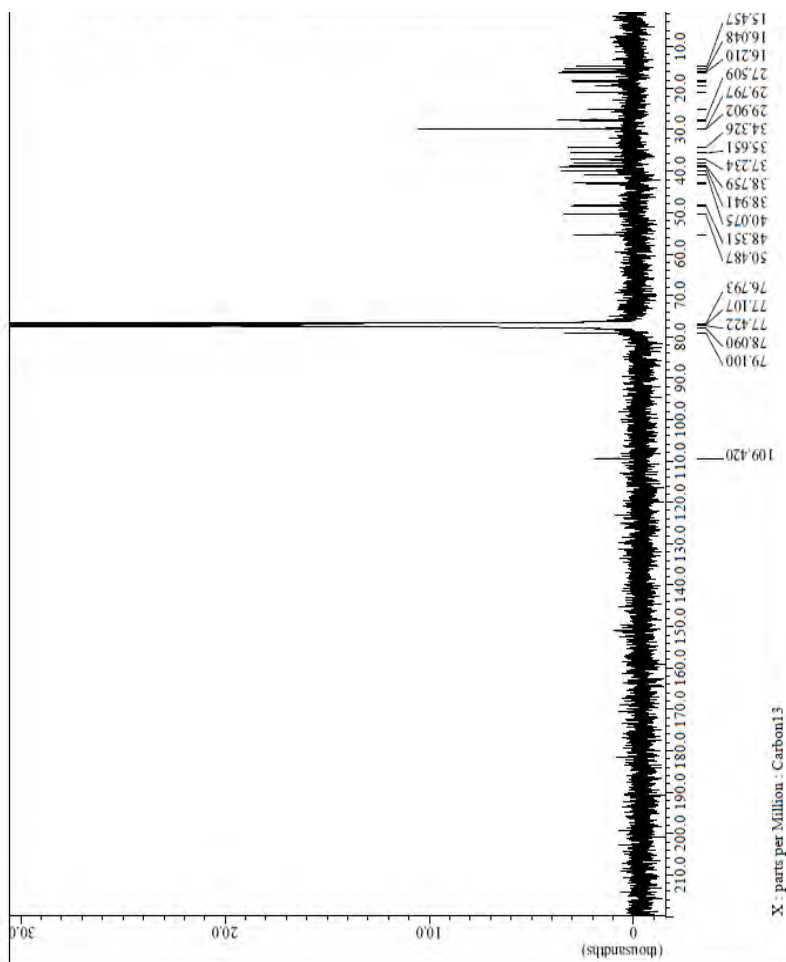
Lampiran 2. Spektrum data IR senyawa X

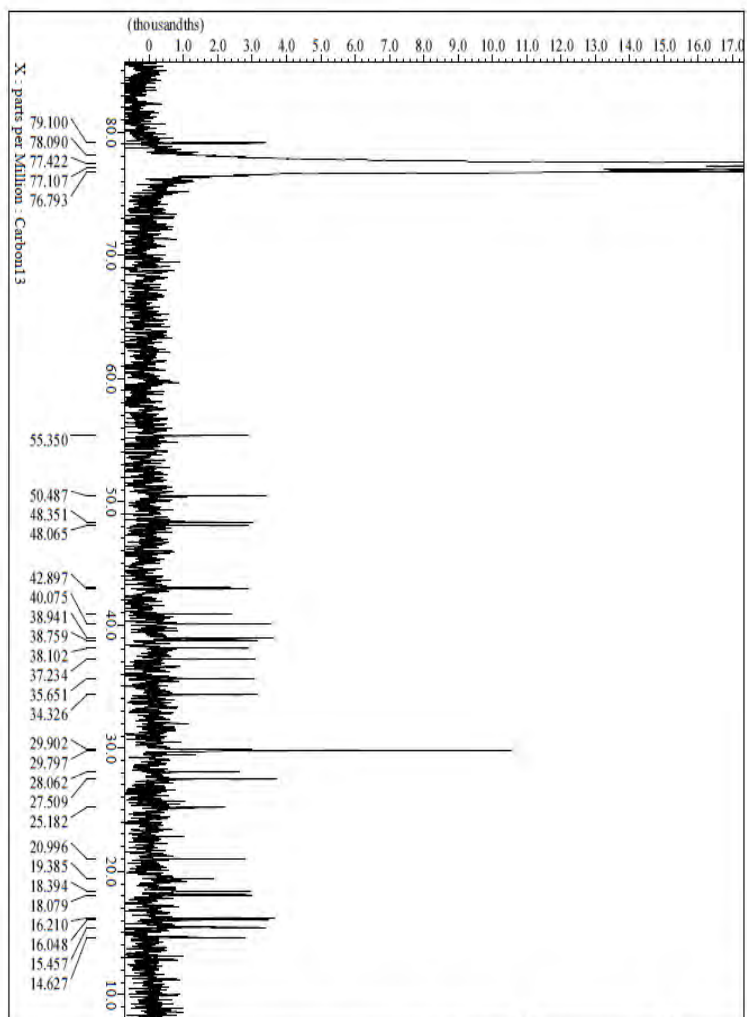


Lampiran 3. Spektrum data ^1H -NMR senyawa X

Lampiran 4. Spectrum data perbesaran $^1\text{H-NMR}$ senyawa X

Lampiran 5. Spectrum data perbesaran ^1H -NMR senyawa X

Lampiran6. Spectrum data ^{13}C -NMR senyawa X

Lampiran 7. Spectrum data perbesaran ^{13}C -NMR senyawa X

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja.....	45
Lampiran 2. Spektrum Data IR Senyawa Turunan Lupeol	47
Lampiran 3. Spektrum Data ^1H -NMR Senyawa Turunan Lupeol.....	48
Lampiran 4. Spektrum Perbesaran Data ^1H -NMR Senyawa Turunan Lupeol	49
Lampiran 5. Spektrum Perbesara Data ^1H -NMR Senyawa Turunan Lupeol	50
Lampiran 6. Spektrum Data ^{13}C -NMR Senyawa Turunan Lupeol.....	51
Lampiran 7. Spektrum Perbesaran Data ^{13}C -NMR Senyawa Turunan Lupeol	52

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. (1997) Teknik Kromatografi untuk Analisis Bahan Makanan, Yogyakarta
- Ampofo, S. A., Waterman, P. G. (1986) Xanthones from Three *Garcinia* Species. *Phytochemistry*, **25** (10), 2351-2355.
- Bennett G. J. and Lee H.-H. (1989) Xanthones from guttiferæ. *Phytochemistry* **28**, 967–998.
- Chanmahasathien, W., Li, Y., Satake, M., Oshima, Y., Ruangrunsi, N., and Ohizumi, Y. (2003). Prenylated Xanthones with NGF-potentiating Activity from *Garcinia xanthochymus*. *Journal international of Phytochemistry*, **64**, 981-986
- Ersam T. (2001) Senyawa Kimia Makromolekul Beberapa Tumbuhan *Artocarpus* Hutan Tropika Sumatera Barat, Disertasi, ITB, Bandung.
- Ferlinahayati, H. E. H., Achmad, S. A., Aimi, N. (1999) Artonin Edan Norartokarpetin Dua Senyawa Fenol dari Tumbuhan *Artocarpus scortechinii* King, *Posiding Seminar Nasional Kimia Bahan Alam* , *Universitas Indonesia, Jakarta*, 162-167
- Fong, H., Tin Wa, M., dan Fransworth, R. (1990) Phytochemistry Screening, Dept Pharmacognosy University Illinois, Chicago Illinois.
- Goh, S. H., Jantan, I., Gray, A. I., and Waterman, P. G. (1992) Prenylated Xanthones from *Garcinia opaca*, *Phytochemistry*, 1383-1386

- Guilet D., Helesbenx J.J., Seraphin D., Sevenet T., Richomme P., Bruneton J. (2001) Novel Cytotoxic 4-phenylcoumaryns from *Callophylum dispar*, J. Nat. Prod, 563-568
- Harborne, J. B. (1987) *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*, Terbitan Kedua Terjemahan Kosasih Padmawinata dan Iwan Soediro. ITB pres, Bandung.
- Hartati, S. (2006) Dua Senyawa 4-Fenilkumarin pada Fraksi Non-Polar dari Ekstrak Etil Asetat Batang *Garcinia balica* Miq (Mundu Alas), ITS, Surabaya
- Heyne, K. (1987) *Tumbuhan Berguna Indonesia*, jilid 3, Dept. Kehutanan, Jakarta
- Kasahara, S., Hemmi, S. (ed) (1995) *Indeks Tumbuh-Tumbuhan Obat di Indonesia edisi kedua*, PT Eisai Indonesia, Jakarta
- Lenny S. (2006) Karya Tulis Ilmiah Senyawa Terpenoid dan Steroida. *Dept Kimia USU Medan*.
- Lin, L.J., Marshall, G.T., Kinghorn, A.D. (1983) The Dermatitis-Producing Constituents of *Euphorbia hermentiana* Latex, *Journal of Natural Product*, Vol. 46, pp. 723-731
- Manitto P. (1992) *Biosintesis Produk Alami*. Penerjemah Koensoenardiyah. IKIP.
- McMurry J. (1999) *Organic Chemistry*. 5th ed., Brooks / Cole, USA.
- Middleton, E., C. Kandaswami, and T.C. Theoharides. (2000) The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Reviews* **52**, 673-751.

- Mudjirahmini, D. (2006) Turunan 4-fenilkumarin dari Fraksi Polar Ekstrak Etil Asetat pada Batang *Gracinia balica* Miq, ITS, Surabaya
- Muharni. (2010) Triterpenoid Lupeol dari Manggis Hutan (*Garcinia bancana* Miq), Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan
- Na Z. and Xu Y.-K. (2010) A new prenylated xanthone from *Garcinia xipshuanbannaensis* Y.H. Li. *Natural Product Research* **24**, 1648–1653.
- Paolo, M., Sammers, P. G. (1992), Biosintesis Produk Alami, IKIP Semarang Press, Semarang, pp. 2-3
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S. (1990) *Introduction to Organic Laboratory Techniques A Microscale Approach*. Second edition. Sounders College Publishing, New York.
- Peres V. and Nagem T. J. (1997) Trioxygenated naturally occurring xanthenes. *Phytochemistry* **44**, 191–214.
- Peres V., Nagem T. J. and Oliveira F. F. de (2000) Tetraoxygenated naturally occurring xanthenes. *Phytochemistry* **55**, 683–710.
- Poole, C. F., Salwa, K., (1994) *Cromatography Today*, Elsevier Science Publisher, Amsterdam, 649, 653–653
- Purwaningsih Y. and Ersam T. (2007) Senyawa Santon Sebagai Antioksidan dari Kayu Batang *Garcinia tetranda* Pierre†. *Akta Kimia Indonesia* **2**, 103 – 108.

- Rizani, N. (2008) *Benzofenon, Biflavonoid dan Flavonoid dari Kulit Batang Garcinia picrorhiza Miq : Isolasi, Penentuan Struktur dan Uji Antioksidan*. Thesis, ITS – Surabaya.
- Rodig, O. R., Bell, C. E., Clark, A. K. (1990) *Organic Chemistry Laboratory Standard and Microscale Experiment*. Saunders Collage Publishing, Forth Worth.
- Satrohamidjojo, H. (2013) *Dasar-Dasar Spektroskopi*, UGM Press, Yogyakarta
- Solomons, G. and Fryhle C. B. (2011) *Organic Chemistry*. 10th ed., John Wiley & Sons, USA.
- Steenis (1997) *Flora.*, Pradnya Paramita, Jakarta
- Sumaryono, W. (1999). *Produksi Metabolit Sekunder Tanaman Secara Bioteknologi*. Prosiding Seminar Nasional Kimia Bahan Alam '99. Penerbit UI. Jakarta Tetrahedon, **27**, 1625-1634
- Wasito, S. A. (2005). *Senyawa Terpenoid Ekstrak Dietil Eter dari Batang Tumbuhan Euphorbia tirucalli*, ITS, Surabaya
- Williamson, K.L., (1989), *Macroscale and Microscale Organic Experiments*, D.C. Health and Company, Toronto

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Gresik, 03 Mei 1993 dengan nama lengkap Stevi Adelia Putri. Pendidikan formal yang telah ditempuh oleh penulis, yaitu di SD Negeri 2 Sekapuk, SMP Negeri 1 Bungah dan SMA Negeri 1 Manyar. Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Manyar, penulis mengikuti PMDK Reguler dan diterima di jurusan Kimia ITS Surabaya pada tahun 2010 dan terdaftar dengan NRP. 1410 100 024. Di Jurusan Kimia ini, Penulis mengambil bidang minat Kimia Bahan Alam dan Sintetis dibawah bimbingan Prof. Dr. Taslim Ersam, MS. Penulis pernah aktif dalam Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMKA) sebagai Staff Divisi Chemistry Week HIMKA (2011), Staff Kementrian Dalam Negeri BEM FMIPA (2011) dan Kepala Departemen Hubungan Luar Mahasiswa (2012) serta pernah menjadi asisten praktikum pada kuliah Kimia Dasar I. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail steviadelia.putri@gmail.com.